

Chapitre 4: Protocoles de Routage à vecteur distance

Fatma Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - 2012/2013
2^{ème} année Ingénieur Info - ESTI

Plan

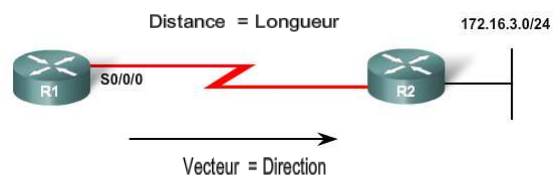
1. Présentation des protocoles de routage vecteur distance
 1. Technologie de vecteur de distance
 2. Algorithme des protocoles de routage
 3. Caractéristiques des protocoles de routage
 1. Avantages et inconvénients des protocoles vecteur distance
2. Découverte du réseau
 1. Échange de mise à jour de routage
 2. Convergence
3. Maintenance des tables de routage
4. Boucles de routage
 1. Problématique
 2. Prévention
5. Exemples de protocoles vecteur distance
 1. RIP
 2. EIGRP

1. Présentation

- Protocoles dynamiques ➡ aider administrateurs réseau à maîtriser le processus fastidieux et astreignant de configuration et de maintenance de routes statiques
 - Interruption liaison
 - Disponibilité chemins d'accès redondants
- Protocoles à vecteur de distance ↔ une technologie de protocoles de routage dynamique

1.2. Technologie vecteur de distance

- Routes annoncées en tant que vecteurs de distance et de direction
 - Distance = mesure (nombre de sauts)
 - Direction = routeur de tronçon suivant ou l'interface de sortie
- Routeur sans connaissance du chemin complet vers un réseau de destination, ne connaît que:
 - direction ou interface où paquets doivent être transmis
 - distance le séparant du réseau de destination
- Ex:



Pour R1, 172.16.3.0/24 est distant d'un saut (distance).
Il est accessible via R2 (vecteur).

1.2. Technologie vecteur de distance

- Caractéristiques en commun des protocoles à vecteur de distance:
 - **Mises à jour régulières** envoyées à intervalles fixes même si topologie inchangée
 - **Voisins** = routeurs partagent liaison et configurés avec le même protocole de routage
 - Routeur ne connaît que @ de ses propres interfaces et @ réseaux distants qu'il peut atteindre via ses voisins \longleftrightarrow **ne connaît pas la topologie du réseau**
 - **Mises à jour de diffusion** envoyées à 255.255.255.255 traitées par routeurs voisins configurés avec le même protocole de routage.
 - Possibilité d'utilisation d'@ de multidiffusion
 - **Mises à jour de toute la table de routage** envoyées régulièrement à tous les voisins (ou presque tous) et traitées par voisins \Rightarrow trouver informations pertinentes et supprimer le reste
 - Exception: EIGRP; pas d'envoi maj régulières de la table de routage

1.3. Algorithme protocoles de routage

- Algorithme \longleftrightarrow au centre du protocole \Rightarrow
 - Mécanisme d'envoi et de réception des informations de routage
 - Mécanisme de calcul des meilleurs chemins et d'installation de routes dans la table de routage
 - Mécanisme de détection des modifications topologiques et de réaction à celles-ci

1.4. Caractéristiques des protocoles de routage

- **Temps de convergence** - rapidité de partage d'informations de routage et de disposition d'une base de connaissances cohérente
 - Table de routage incohérentes non mises à jour en raison de convergence plus lente dans un environnement réseau changeant → boucles de routage
- **Évolutivité** - taille maximale d'un réseau en fonction du protocole de routage déployé
- **Sans classe** (utilisation d'un masque VLSM) ou par classe
- **Utilisation ressources** - Exigences protocole telles que espace mémoire, utilisation processeur et utilisation bande passante de liaison
- **Implémentation et maintenance** - connaissances nécessaires à un administrateur réseau pour implémenter et gérer le réseau en fonction du protocole de routage déployé

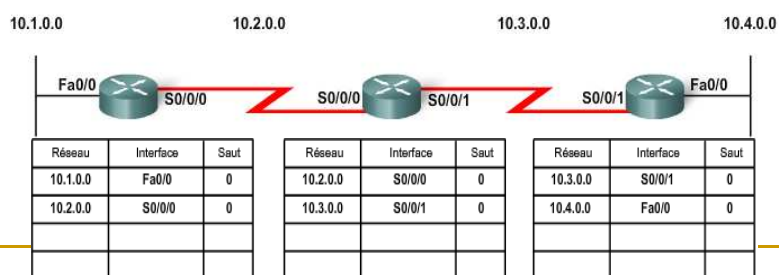
1.4.1. Caractéristiques des protocoles vecteur distance

Avantages :	Inconvénients :
Implémentation et maintenance simples. Le niveau de connaissances requis pour déployer et effectuer la maintenance ultérieure d'un réseau avec un protocole à vecteur de distance n'est pas élevé.	Convergence lente. L'utilisation de mises à jour périodiques peut ralentir la convergence. Même si des techniques avancées sont utilisées, telles que les mises à jour déclenchées qui seront abordées ultérieurement, la convergence globale est toujours plus lente que celle constatée avec les protocoles de routage d'état des liaisons.
Faibles ressources requises. Les protocoles à vecteur de distance n'ont généralement pas besoin de grandes quantités de mémoire pour stocker les informations. Ils ne nécessitent pas non plus une UC puissante. Selon la taille du réseau et l'adressage IP implémentés, ils ne nécessitent généralement pas une bande passante importante pour envoyer les mises à jour de routage. Cependant, cela peut devenir un problème si vous déployez un protocole à vecteur de distance dans un réseau important.	Évolutivité limitée. La convergence lente peut limiter la taille du réseau car des réseaux plus importants nécessitent davantage de temps pour propager les informations de routage.
	Boucles de routage. Des boucles de routage peuvent survenir lorsque des tables de routage incohérentes ne sont pas mises à jour en raison d'une convergence lente dans un réseau changeant.

2. Découverte du réseau

- Démarrage à froid d'un routeur (mis sous tension) ➡ aucune information sur topologie réseau
 - Seules informations = fichier de configuration dans mémoire vive non volatile
 - Après succès d'amorçage, application configuration enregistrée
- ➡ Détection réseaux connectés directement si adressage IP correctement configuré

- **Exemple:** après démarrage à froid et avant échange info de routage:



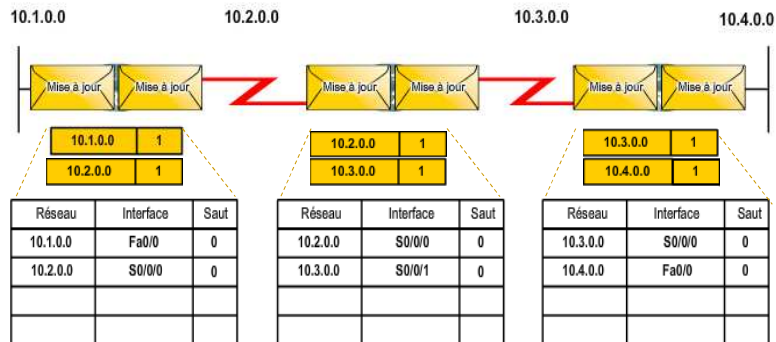
9

2. Découverte du réseau

- Si protocole de routage configuré ➡ routeurs commencent à échanger des mises à jour de routage
- **Départ:** mises à jour avec informations concernant leurs réseaux directement connectés
- **Réception mise à jour:** recherche nouvelles informations ➡ ajout de toute route ne figurant pas actuellement dans la table de routage

2. Découverte du réseau

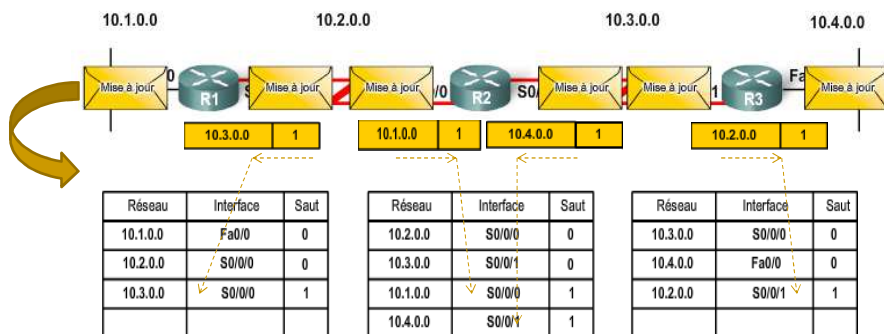
■ Retour exemple:



F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

11

2. Découverte du réseau



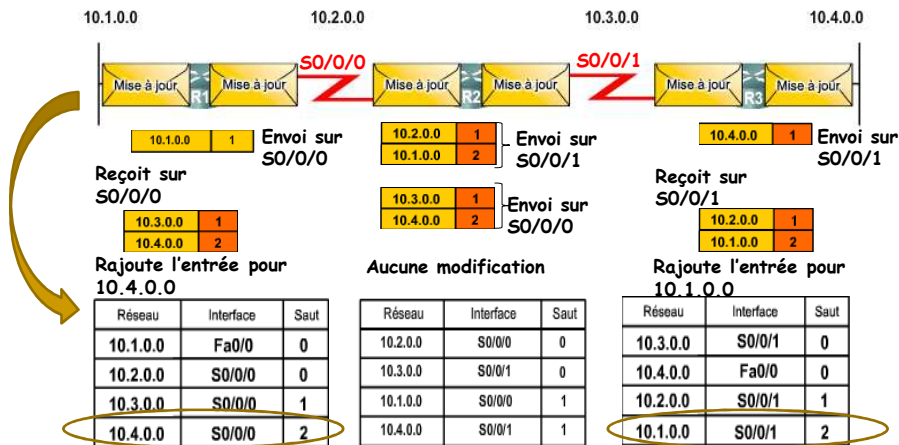
- Après première série échanges de vecteur, chaque routeur connaît les réseaux connectés de ses voisins connectés directement
 - R1 ne connaît pas encore l'existence du réseau 10.4.0.0
 - R3 ne connaît pas encore l'existence du réseau 10.1.0.0
- Besoin d'un autre échange d'informations de routage ➡ connaissance complète du réseau et convergence

F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

12

2. Découverte du réseau

- Deuxième série d'échange: Principe de l'horizon coupé: Un routeur ne peut pas envoyer d'informations via l'interface d'où il les a reçues



2.2. Convergence

- Temps nécessaire pour converger directement proportionnel à taille réseau
- Protocoles de routage évalués en fonction de la vitesse à laquelle ils peuvent propager ces informations ➡ vitesse de convergence ↔
 - Vitesse de la propagation d'une modification de la topologie lors d'une mise à jour de routage à ses voisins
 - Vitesse du calcul des meilleurs chemins à l'aide des nouvelles informations de routage collectées
- Un réseau n'est pas complètement opérationnel tant qu'il n'a pas convergé ➡ Préférence pour les protocoles de routage avec des temps de convergences courts

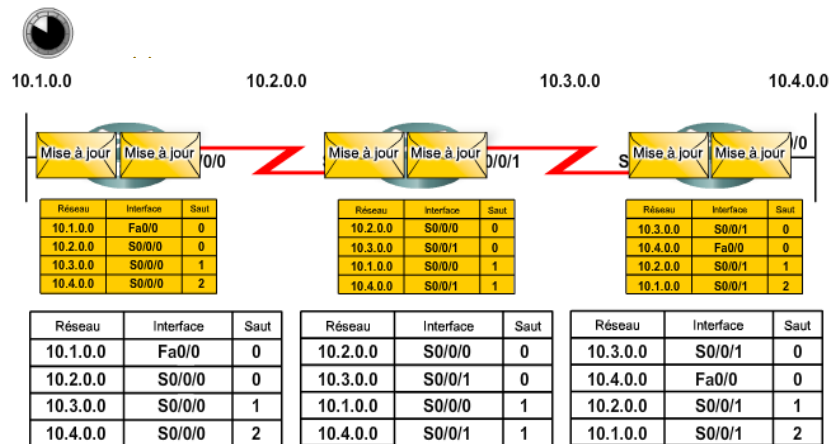
3. Maintenance tables de routage

- Différentes façons pour maintenir des tables de routage cohérentes avec les différentes mises à jour:
 1. Mises à jour régulières
 2. Mises à jour limitées
 3. Mises à jour déclenchées

3.1. Mises à jour régulières

- Envoi de la table de routage complète aux voisins à un intervalle prédéfini
 - RIP ↔ toutes les 30s sous forme de diffusion (255.255.255.255) que la topologie ait été ou non modifiée
 - « 30s » = minuteur de mise à jour des routes ➡ connaître l'âge des informations de routage dans une table de routage
- Âge informations de routage actualisé à chaque réception d'une mise à jour ➡ mise à jour informations de la table de routage dès la modification de la topologie telle que:
 - Défaillance d'une liaison
 - Introduction d'une nouvelle liaison
 - Défaillance d'un routeur
 - Modification des paramètres de liaison

3.1. Mises à jour régulières



F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

17

3.1. Mises à jour régulières

- Exemple de protocoles avec mises à jour régulières: RIPv1 et IGRP
- **Minuteurs RIP**
 - Outre le minuteur de mise à jour, trois minuteurs supplémentaires:
 - **Temporisation (Invalid Timer)**
 - Si aucune mise à jour n'a été reçue pour actualiser une route existante dans les 180 secondes (par défaut), route marquée non valide mais conservée dans table de routage jusqu'à expiration minuteur d'annulation
 - **Annulation (Flush Timer)**
 - Si expiration, route supprimée de table routage (par défaut = 240s)
 - **Mise hors service (Holddown Timer)**
 - Stabilise informations de routage
 - Permet éviter boucles de routage au moment de la convergence de la topologie sur la base de nouvelles informations (Par défaut = 180s)

F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

18

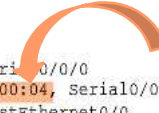
3.1. Mises à jour régulières

```
R1#show ip route
<output omitted>

Gateway of last resort is not set

  10.0.0.0/16 is subnetted, 4 subnets
C    10.2.0.0 is directly connected, Serial0/0/0
R    10.3.0.0 [120/1] via 10.2.0.2, 00:00:04, Serial0/0/0
C    10.1.0.0 is directly connected, FastEthernet0/0
R    10.4.0.0 [120/2] via 10.2.0.2, 00:00:04, Serial0/0/0

R1#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 13 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  <output omitted>
  Routing for Networks:
    10.0.0.0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    10.3.0.1         120          00:00:27
  Distance: (default is 120)
```



Temps écoulé depuis dernière mise à jour (sec)

3.2. Mises à jour limitées

- **Exemple: EIGRP**
 - Pas d'envoi de mises à jour régulières, envoi de mises à jour limitées à propos d'une route en cas de modification d'un chemin ou de la mesure pour cette route
 - Si nouvelle route disponible ou qu'une route doit être supprimée, EIGRP envoie mise à jour ne concernant que ce réseau et non la table entière.
 - Informations envoyées uniquement aux routeurs qui en ont besoin
- **Caractéristiques des mises à jour de EIGRP:**
 - Non régulières car non envoyées périodiquement
 - Mises à jour partielles envoyées uniquement en cas de modification topologique influençant les informations de routage
 - Limitées ↔ propagation des mises à jour partielles automatiquement limitée, mise à jour d'uniquement les routeurs ayant besoin de ces informations

3.3. Mises à jour déclenchées

- Objectif = accélérer convergence en cas de modification de la topologie
 - Mise à jour déclenchée ↔ mise à jour de la table de routage envoyée immédiatement en réponse à la modification d'un routage ↔ sans attendre expiration minuteurs
 - Détection modification → envoi immédiat message de mise à jour aux routeurs adjacents → routeurs récepteurs génèrent à leur tour des mises à jour déclenchées pour informer leurs voisins de la modification
- Mises à jour déclenchées envoyées si:
 - Changement état interface (activée ou désactivée)
 - Passage pour une route à l'état « inaccessible » (ou sort de cet état)
 - Installation route dans table de routage

3.3. Mises à jour déclenchées

- Problèmes associés aux mises à jour déclenchées :
 - Abandon ou endommagement paquets contenant message de mise à jour
 - Mises à jour déclenchées non produites instantanément → possibilité qu'un routeur qui n'a pas encore reçu la mise à jour déclenchée émette une mise à jour régulière au mauvais moment → réinsertion de la route incorrecte dans un voisin ayant déjà reçu la mise à jour déclenchée

3.4. Gigue aléatoire

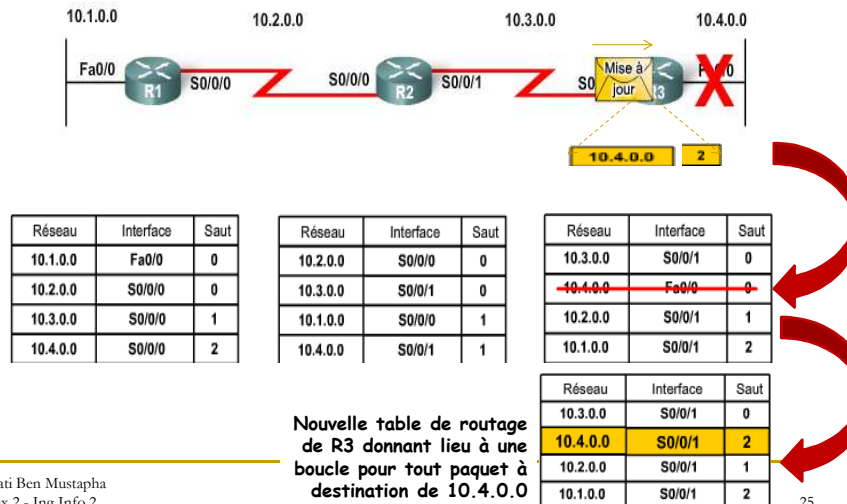
- Problèmes associés aux mises à jour synchronisées :
 - Transmission simultanément par plusieurs routeurs des mises à jour de routage sur des segments LAN à accès multiples ➡ possibilité de collisions (si présence de concentrateurs) entre paquets de mise à jour
↔ augmentation délais et consommation excessive de bande passante
 - "synchronisation des mises à jour" ↔ envoi de mises à jour en simultané
 - Problème avec protocoles de routage à vecteur de distance qui font appel à des mises à jour régulières
 - Synchronisation minuteurs ➡ augmentation collisions et délais
 - Solution
 - Variable aléatoire RIP_JITTER ↔ soustraction d'un délai variable à l'intervalle de mise à jour pour chaque routeur dans le réseau ↔ ajout de gigue aléatoire (durée variable) entre 0 % et 15 % de l'intervalle de mise à jour spécifié ↔ variation de l'intervalle de mise à jour aléatoirement de 25 à 30 secondes pour l'intervalle par défaut de 30 secondes

4. Boucle de routage

- Boucle de routage ↔ paquet transmis en continu entre une série de routeurs sans jamais atteindre le réseau de destination souhaité
 - Principal inconvénient des protocoles à vecteur distance, moins fréquentes avec les protocoles à états des liaisons
- Plusieurs raisons:
 - Routes statiques configurées incorrectement
 - Redistribution routes configurées incorrectement (transmission des informations de routage d'un protocole de routage à un autre)
 - Tables de routage incohérentes non mises à jour en raison d'une convergence lente dans un réseau changeant
 - Routes de suppression configurées ou installées incorrectement
 - Etc.

4. Boucle de routage

- Exemple de scénario menant à une boucle de routage: panne de liaison

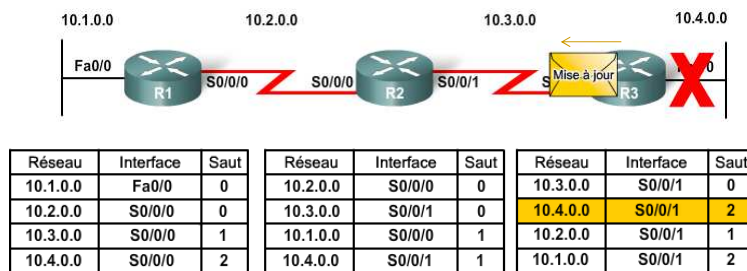


F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

25

4. Boucle de routage

- Plus, comptage à l'infini
 - À l'itération suivante, R3 envoie information de mise à jour à R2



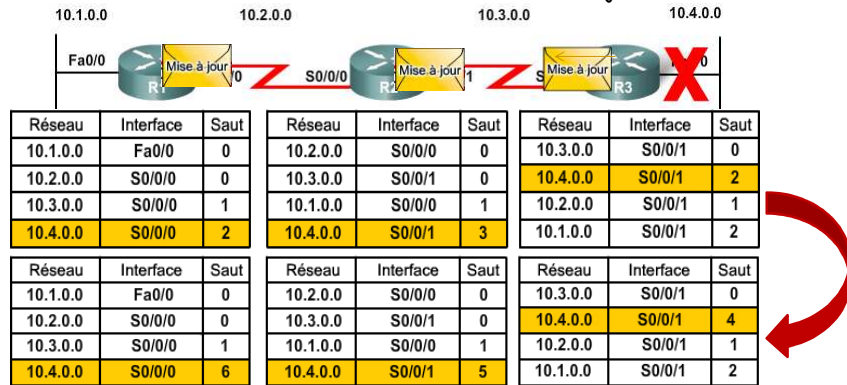
F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

26

4. Boucle de routage

- Plus, comptage à l'infini

- À l'itération suivante, R3 envoie information de mise à jour à R2



Etc...

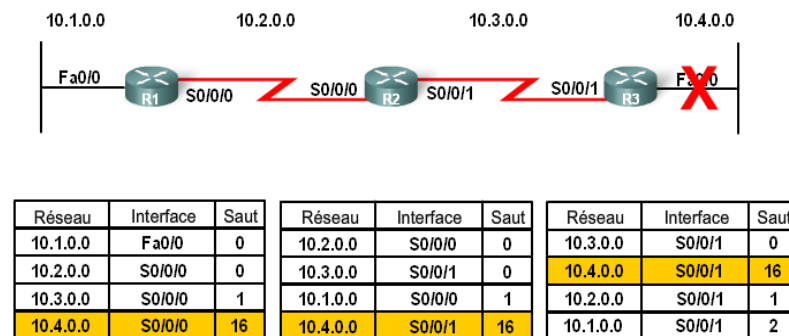
F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

27

4. Boucle de routage

- Solution au problème de comptage à l'infini ➡ Attribution valeur maximale à la mesure ➡ arrêter incrémentation

- RIP: « infini » = 16 sauts ➡ mesure inaccessible ➡ route marquée inaccessible



F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

28

4.2 prévention de la boucle

- Plusieurs techniques pour prévenir et éviter la boucle de routage

1. Minuteurs de mise hors service
2. Règle de découpage d'horizon
3. Empoisonnement de routage
4. Découpage d'horizon avec empoisonnement inverse
5. Le champs TTL du protocole IP

4.2.1 Minuteurs de mise hors service

- Protocoles vecteurs distance ↔ m à j déclenchées + m à j régulières
- Exemple de situations:
 - Activations et désactivations successives et rapides d'une interface ↔ route en battement
 - Mises à jour déclenchées → réaction trop rapide des routeurs → boucle de routage
 - Mise à jour régulière envoyée par routeurs durant période d'instabilité.
- Minuteurs de mise hors service
 - Empêcher création de boucles de routage dans ces situations.
 - Empêcher condition de comptage à l'infini

4.2.1 Minuteurs de mise hors service

- Empêcher messages de mise à jour réguliers de rétablir de manière inappropriée une route qui se serait dégradée
- Suspension pour routeurs, pendant une durée spécifiée, de toute modification pouvant affecter les routes
 - Route identifiée comme étant désactivée ou susceptible de l'être ➡ ignorer de toute autre information concernant cette route ayant le même statut (ou un statut encore pire) pendant une durée prédéterminée (la période de mise hors service) ↔ laisser route marquée comme inaccessible dans cet état pendant une période suffisamment longue pour permettre aux mises à jour de propager les toutes dernières informations aux tables de routage

4.2.1 Minuteurs de mise hors service Fonctionnement

- Réception par routeur mise à jour lui indiquant qu'un réseau auparavant accessible est devenu inaccessible ➡ Marquage de route comme étant éventuellement inactive ➡ **démarrage minuteur de mise hors service**
- Pendant période de mise hors service :
 - Si réception mise à jour avec mesure inférieure pour ce réseau
➡ rétablissement réseau, suppression minuteur de mise hors service
 - Si réception mise à jour avec mesure identique ou supérieure
➡ mise à jour ignorée
↔ Allocation de davantage de temps à la propagation des informations sur la modification
- Routeurs continuent acheminement paquets aux réseaux destination marqués comme éventuellement inactifs ➡ Résolution tout problème de connectivité intermittente
 - Si réseau destination réellement indisponible et paquets transférés ➡ création routage de type trou noir jusqu'à expiration minuteur de mise hors service

4.2.1 Minuteurs de mise hors service Exemple



F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

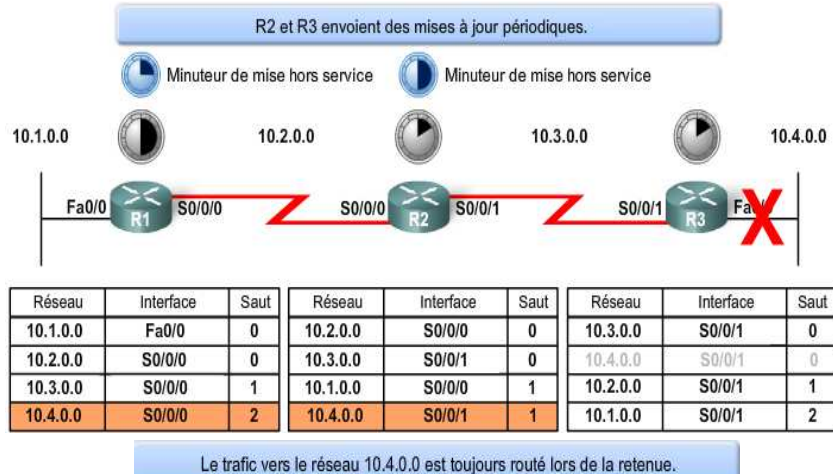
33

4.2.1 Minuteurs de mise hors service Exemple



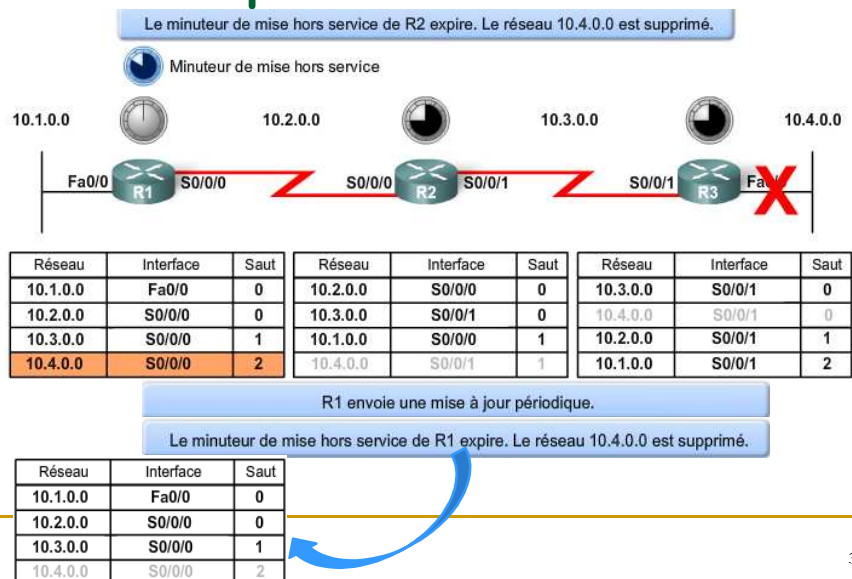
34

4.2.1 Minuteurs de mise hors service Exemple



35

4.2.1 Minuteurs de mise hors service Exemple



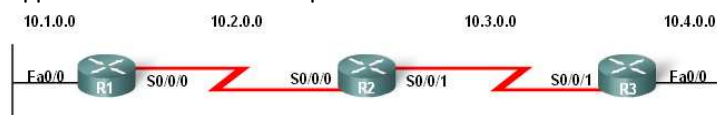
36

4.2.2. Règle de découpage d'horizon

- Empêcher boucles de routage provoquées par la convergence lente d'un protocole de routage à vecteur de distance
- **Règle de découpage d'horizon:**
 - **Un routeur ne doit pas annoncer de réseau par le biais de l'interface dont est issue la mise à jour**
- Peut être désactivé par un administrateur

4.2.2. Règle de découpage d'horizon

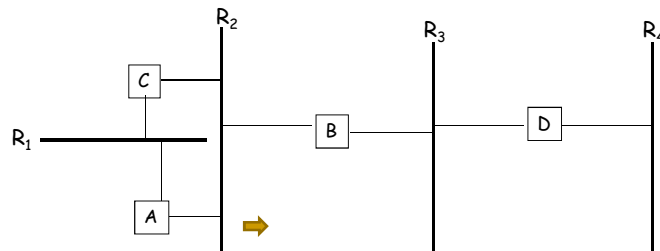
- Ex: application de l'horizon coupé à la route 10.4.0.0



- R3 annonce le réseau 10.4.0.0 à R2
- R2 reçoit l'information et met à jour sa table de routage
- R2 annonce le réseau 10.4.0.0 à R1 via S0/0/0
 - R2 n'annonce pas 10.4.0.0 à R3 via S0/0/1 car route provient de S0/0/1
- R1 reçoit l'information et met à jour sa table de routage
- Découpage d'horizon ➡ R1 n'annonce pas infos sur le 10.4.0.0 à R2
- Échanges de mises à jour de routage complètes, sauf routes transgressant règle de découpage d'horizon
 - R2 annonce les réseaux 10.3.0.0 et 10.4.0.0 à R1
 - R2 annonce les réseaux 10.1.0.0 et 10.2.0.0 à R3
- R1 annonce le réseau 10.1.0.0 à R2
- R3 annonce le réseau 10.4.0.0 à R2

4.2.2. Règle de découpage d'horizon

- Technique de l'horizon coupé limite les bouclages directs mais n'élimine pas complètement les boucles !!!!
- Ex:



- D devient inaccessible, B le détecte \Rightarrow met coût pour R_4 = infini
- Horizon coupé \Rightarrow A et C n'envoient pas d'info pour R_4 sur R_2
- C voit que A offre un coût de 3 pour joindre R_4 en comparaison avec B qui offre un coût infini \Rightarrow C modifie table et peut diffuser l'info sur R_2
- B croit que C peut joindre R_4 avec un coût de 4, etc.

F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

39

4.2.3. Empoisonnement de routage

- Marquer la route comme étant inaccessible dans une mise à jour de routage envoyée à d'autres routeurs
 - Inaccessible \leftrightarrow mesure définie à sa valeur maximale
 - Pour RIP, route empoisonnée \leftrightarrow mesure = 16



Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut	Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0	10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0
10.2.0.0	S0/0/0	0	10.3.0.0	S0/0/1	0	10.4.0.0	Fa0/0	16
10.3.0.0	S0/0/0	1	10.1.0.0	S0/0/0	1	10.2.0.0	S0/0/1	1
10.4.0.0	S0/0/0	2	10.4.0.0	S0/0/1	16	10.1.0.0	S0/0/1	2

Le réseau est convergé vers la route empoisonnée

- L'empoisonnement de routage accélère le processus de convergence

F. Louati Ben Mustapha
Réseaux 2 - Ing Info 2

40

4.2.4. Découpage d'horizon avec empoisonnement inverse

- **Empoisonnement inverse + découpage d'horizon** ↔
 - Lors de l'envoi de mises à jour via une interface spécifique, tout réseau dont l'existence a été apprise sur cette interface est désigné comme étant inaccessible
- **Principe:** indiquer explicitement à un routeur d'ignorer une route et non lui cacher l'existence de la route
- L'empoisonnement inverse est une action spécifique qui annule le découpage d'horizon
- **Activé par défaut**
 - Peut ne pas être la valeur par défaut dans toutes les implémentations d'IOS

4.2.4. Découpage d'horizon avec empoisonnement inverse

- **Exemple:**

R3 envoie une mise à jour de poison déclenchée à R2.



Réseau	Interface	Saut
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/0	2

Réseau	Interface	Saut
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	1

Réseau	Interface	Saut
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	16
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

R2 « empoisonne » la route avec une mesure « infinie ».

R2 envoie un « empoisonnement inverse » à R3. **R3 non susceptible de recevoir des mises à jour incorrectes relatives au réseau 10.4.0.0**



4.2.5. Le champs TTL de IP

- Durée de vie = champ de 8 bits dans l'en-tête IP ↔ limiter nombre de sauts qu'un paquet peut effectuer dans le réseau avant d'être supprimé
- **Objectif:**
 - Éviter circulation sans fin d'un paquet impossible à remettre
- Valeur définie par la source du paquet
 - Réduite de 1 par chaque routeur présent sur la route vers destination
 - Si TTL = zéro avant que arrivée paquet à destination ↔ paquet supprimé et envoi message d'erreur ICMP (*Internet Control Message Protocol*) à la source du paquet IP
- Même en présence d'une boucle de routage, les paquets ne circuleront pas dans une boucle sans fin sur le réseau

5. Exemples de protocoles vecteur distance

- Choix protocole à utiliser dans une situation donnée varie en fonction:
 - Taille du réseau
 - Compatibilité entre les modèles de routeurs
 - Connaissances administratives requises

5.1. RIP (*Routing Internet Protocol*)

- RIPv1: protocole de routage par classe
- RIPv2: protocole de routage sans classe
 - RIPv2 normalisé dans environnement de routeurs multifournisseurs
- L'un des protocoles de routage les plus faciles à configurer ➡ bon choix pour les petits réseaux
- RIPv1 et RIPv2 mesure de route basée uniquement sur le nombre de sauts et limitée à 15 sauts
- **Caractéristiques:**
 - Prise en charge du découpage d'horizon et du découpage d'horizon avec empoisonnement inverse pour éviter les boucles
 - Possibilité d'équilibrer la charge sur six chemins à coût égal au maximum (par défaut 4 chemins à coût égal)

5.1. RIP (*Routing Internet Protocol*)

- RIPv2 ➡ améliorations :
 - Inclusion du masque de sous-réseau dans les mises à jour de routage
 - Mécanisme d'authentification visant à sécuriser les mises à jour des tables de routage
 - Prise en charge des masques de sous-réseau de longueur variable (VLSM)
 - Utilisation d'adresses de multidiffusion au lieu d'adresses de diffusion
 - Prise en charge du résumé de routes manuel

5.2. EIGRP (*Enhanced IGRP*)

- Développé sur la base du protocole IGRP
- EIGRP: sans classe avec fonctionnalités similaires à celles des protocoles de routage d'état des liaisons
- EIGRP propriétaire développé par Cisco
- **Caractéristiques:**
 - Mises à jour déclenchées (pas de mises à jour régulières)
 - Utilisation d'une table topologique pour maintenir toutes les routes reçues des voisins (pas seulement les meilleurs chemins)
 - Établissement de contiguïtés avec des routeurs voisins par le biais du protocole Hello EIGRP
 - Prise en charge des masques de sous-réseau de longueur variable et du résumé de routes manuel ➡ grands réseaux structurés hiérarchiquement

5.2. EIGRP (*Enhanced IGRP*)

- **Avantages:**
 - Mesure basée sur la bande passante minimale et le délai global du chemin et non sur le nombre de sauts
 - Convergence rapide grâce au calcul des routes avec l'algorithme DUAL (*Diffusing Update Algorithm*)
 - Insertion de routes de secours dans la table topologique, utilisées en cas de défaillance de la route principale
 - Mises à jour limitées ➡ moins de bande passante, surtout dans les grands réseaux avec de nombreuses routes
 - Prise en charge de plusieurs protocoles de couche réseau via des modules dépendant des protocoles qui incluent la prise en charge des protocoles IP, IPX et AppleTalk

5. Protocoles de routage vecteur de distance

	Ripv1	Ripv2	IGRP	EIGRP
Vitesse de convergence	Lent	Lent	Lent	Rapide
Évolutivité - Taille du réseau	Petit	Petit	Petit	Grand
Utilisation de VLSM	Non	Oui	Non	Oui
Utilisation de la ressource	Bas	Bas	Bas	Moyen
Implémentation et maintenance	Simple	Simple	Simple	Complexe